

УДК 621.362+621.565+665.733.3

Л 54 - 309 - 58 - 04 - 01 - 04

О.В.Бойченко, О.Ф.Аксьонов,  
С.В.Бойченко, О.М.Береговий**АПРОБАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОЇ МОДЕЛІ “ДИХАЛЬНОГО” КЛАПАНА  
НОВОГО ПОКОЛІННЯ ДЛЯ РЕЗЕРВУАРІВ**

*Розроблено, створено та випробувано в лабораторних умовах газовідвідну систему запобігання природним втратам палив при зберіганні з використанням сорбентів і термоелектричних модулів. Доведено життєздатність зазначеної системи та встановлено ефективність зменшення природних втрат нафтових палив на 86-93%*

Сучасний стан паливно-енергетичного комплексу України характеризується обмеженістю власних запасів нафти та ефективністю нафтопереробних заводів, внаслідок чого забезпечення транспортного сектора джерелами енергії здійснюється здебільшого за рахунок імпорту (автомобільних бензинів – 50,7%; дизельних палив – 46%).

Надійна й ефективна робота паливних систем транспортних засобів та інших технологічних засобів можлива тільки за умови збереження якості палив у межах, які встановлено відповідним нормативним документом. Тому пріоритетним напрямом державної політики є ресурсо- та енергозбереження.

Перспективним і ефективним вирішенням проблеми запобігання втратам палив від випаровування є удосконалення “дихальної” арматури резервуарів [1]. Актуальність і обґрунтованість такого висновку обумовлена чотирма найважливішими народно-господарськими аспектами:

- підвищенням ефективності і раціонального використання вуглеводневих палив запобіганням втратам від випаровування;
- збереженням якості вихідних продуктів переробки нафти;
- забезпеченням надійної, довговічної, безвідмовної роботи техніки;
- зниженням ступеня техногенного навантаження на довкілля антропологічною діяльністю під час здійснення технологічних операцій з використання палива та мастильних матеріалів у техніці.

З метою вирішення проблеми авторами на підставі лабораторних [2; 3] та модельних досліджень розроблено технологічний процес зменшення втрат вуглеводневого палива від випаровування при зберіганні, який знайшов своє відображення у технічному засобі.

Теоретичною основою створення технічного засобу запобігання втратам вуглеводневого палива від випаровування стала теорія випаровування вуглеводневих рідин, розроблена А.С.Ірисовим, І.П.Бударовим, Г.Ф.Большаковим, О.О.Гурєєвим, Ф.Ф.Абузовою, Н.Н.Константиновим, а також теорія сорбції газів і пари, описана С.Брунауером, І.Є.Неймарком, А.М.Тихоновим, О.О.Самарським та ін.

У результаті моделювання [3] одержана формула для визначення маси парів  $m_a$  вуглеводневого палива, накопиченого в циліндричному прошарку сорбенту діаметром  $d$  і довжиною  $L$  за одиницю часу:

$$m_a = m_o \int_{V_s} a(z, t) dV = \frac{\pi(d^2 - d_{\text{вн}}^2)m_o}{4} \int_0^L a(z, t) dz,$$

де  $m_o$  – маса пари вуглеводневого палива;  $a$  – концентрація насиченої пари в газовому просторі резервуара об'ємом  $V$ .

На підставі проведення численних досліджень, аналізів методів і засобів запобігання втратам палив від випаровування [3; 4] створено модель “дихального” клапана нового типу, який конструктивно поєднує фізичні процеси адсорбції і конденсації термоелектричним охолодженням.

З метою скорочення часу та автоматизації визначення ефективності створеної системи для запобігання природним втратам вуглеводневого палива при зберіганні розроблено алгоритм, який дозволяє вибирати необхідні умови її застосування (рис. 1). Алгоритм використовує середовище аналітичних обчислень Maple V та адсорбційні і десорбційні характеристики конкретного сорбенту щодо випарів визначеного палива.

Розробка "дихального" клапана, який забезпечує уловлювання випарів палива при великих і малих "диханнях" резервуара та повернення їх зрідженими назад в резервуар, а також життєздатність самого резервуара, основана на комплексному застосуванні двох

1. Пара, що випарувалась

$$m_n = (V_{\text{рез}} - V_p) \rho_0$$

2. Виклик підпрограми (сорбція)

$$\text{Unit: fit}(t,$$

3. Присвоювання (побудова полінома)

$$f_a := \text{unapply}(\text{rhs})t$$

4. Побудова графіка кінетики адсорбції

$$\text{plot}(f_a, t=0,1,2,3,4)$$

5. Сорбційна здатність

$$m_1 := f_a(t^*)$$

6. Виклик підпрограми (десорбція)

$$\text{Unit: fit}(t,y)=a**t^3+b**t$$

7. Побудова полінома

$$f_d := \text{unapply}(\text{rhs})t$$

8. Кінетика десорбції

$$\text{plot}(f_d, t=0,1,2,3,4)$$

9. Десорбована пара

$$m_2 := f_{ro}(t^{**})$$

10. Ефективність десорбції

$$dm = m_1 - m_2$$

11. Сконденсована пара

$$m_{\text{конд}} = \left( \frac{m_2}{V} - \rho \right) V$$

12. Ефективність роботи системи

$$\eta = \frac{m_{\text{конд}}}{m}$$

Рис.1. Алгоритм розрахунку ефективності розробленої газовідвідної системи

технологічних процесів у складі його конструкції: сорбційного для адсорбційного уловлювання летких вуглеводнів, термоелектричного охолодження для десорбції і конденсації рекуперованих випарів палива та регенерації сорбенту.

Апробація лабораторної моделі “дихального” клапана нового покоління провадилася з метою встановлення таких характеристик:

- сорбційної здатності сорбенту при малих “диханнях” резервуара;
- сорбційної здатності сорбенту при великих “диханнях” резервуара;
- експлуатаційних параметрів термоелектричного модуля для забезпечення умов регенерації сорбенту і конденсації випарів палива;
- ефективності системи в комплексі сорбційних і термоелектричних процесів;
- “життєвого” циклу сорбувального матеріалу.

За результатами досліджень з визначення сорбційної ємності середньопористого (КСС-4) і широкопористого (КСК) силікагелів у динамічних та статичних умовах при моделюванні великих і малих “дихань” резервуара (рис. 2) визначено, що середня сорбційна ємність середньопористого силікагелю КСС-4 при 21 циклі (протягом семи днів) великого “дихання” модельного резервуара складає 450,24 мг/г. Для крупнопористого силікагелю КСК відповідна величина становить 276,19 мг/г.

Наведені результати добре узгоджуються з результатами лабораторних досліджень [1] кінетики сорбції випарів вуглеводневих палив цими силікагелями. Це вказує на стабільність сорбувальної здатності вибраних сорбентів відносно випарів вуглеводневих палив у різноманітних умовах їх експлуатації.

За результатами досліджень з моделювання зливально-наливальних операцій із застосуванням “ДКНП” визначено, що при 300 циклах сорбційна здатність та ефективність десорбції середньопористого силікагелю КСС-4 є практично сталими і складають відповідно 150-210 мг/г і 86-93% (рис. 3). Кількість циклів відповідає середнім показникам оборотності резервуарів, що визначає термін експлуатації сорбенту у складі “дихального” клапана протягом 30 міс.

Порівняльний аналіз економічної ефективності від впровадження розробленої газовідвідної системи показав, що обладнання наземного вертикального резервуара для зберігання автомобільного бензину марки А-76 об’ємом 1000 м<sup>3</sup> “ДКНП” забезпечить щорічну економічну ефективність 51 321 грн, що на 8 672 грн перевищує щорічну економічну ефективність від впровадження плаваючого понтона. Результати проведених розрахунків наведені в табл. 1 і 2.

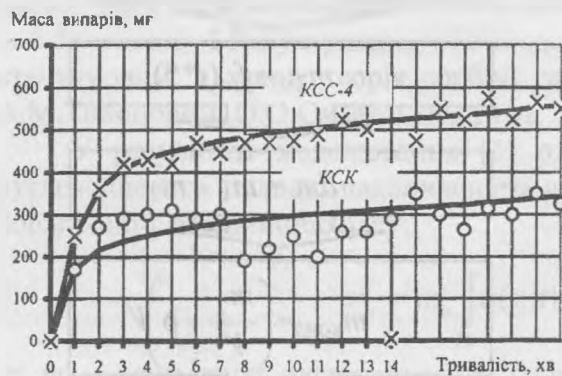


Рис. 2. Визначення сорбційної ємності середньопористого (КСС-4) та крупнопористого (КСК) силікагелів відносно випарів автомобільного бензину в умовах моделювання великого “дихання” резервуара

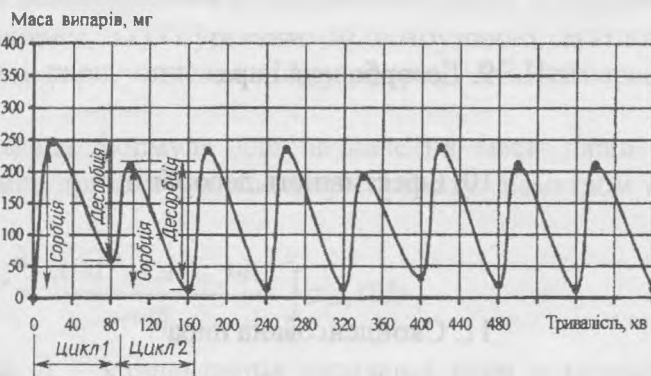


Рис. 3. Графік роботи системи запобігання втрагатам автомобільного бензину від випаровування при використанні середньопористого силікагелю марки КСС-4

Таблиця 1

**Порівняльні показники вартості засобів боротьби  
з втратами нафтових палив від випаровування**

Тип засобу боротьби з природними втратами палив	Вартість витрат, грн			
	Собівартість	Монтаж	Транспортні витрати	Всього
Понтон	3 000	1 000	1 200	5 200
«ДКНП»	6 000	1 000	3 000	10 000
НКДМ-250	2 700	300	600	3 600

Таблиця 2

**Порівняльний техніко-економічний аналіз ефективності наземних паливних резервуарів  
місткістю 1000 м<sup>3</sup>, обладнаних засобами зниження втрат нафтових палив  
від випаровування (у розрахунку на 1 рік)**

Економічний показник	Тип резервуара		
	без понтона	з понтоном	з ДКНП
Капітальні вкладення, грн	1 000	7 825	7 030
Втрати від випаровування, т	27,84	5,6	1,94
Експлуатаційні витрати (вартість втрат від випаровування), грн	55 680	11 737	4 066
Економічна ефективність, грн	Не визначається	42 649	51 321

Розрахунок провадився для резервуарів, розташованих у південній зоні і призначених для зберігання автомобільного бензину марки А-76. Середня оборотність резервуарів  $n_{об}$  прийнята 9 об/рік. Вартість А-76 відповідно до прейскуранта роздрібних цін на нафтопродукти прийнята 2 грн. Ефективність резервуарів із понтоном щодо запобігання втратам від випаровування автомобільних бензинів складає 80%.

Таким чином, створено і випробувано в лабораторних умовах газовідвідну систему зменшення втрат палив від випаровування в умовах зберігання, доведено життєздатність зазначеної системи та встановлено ефективність зменшення природних втрат нафтових палив у межах 86–93%.

### Список літератури

1. Бойченко С.В., Аксьонов А.Ф., Бойченко О.В., Литвинов О.О. Нові тенденції у вдосконаленні технологій запобігання невідновним втратам нафтового палива від випаровування для транспортних засобів//Тез. доп. VII Міжнар. конф. "Ресурсоенергозбереження у ринкових відносинах", 13-15 черв. 2000 р. – Ялта, 2000. – С. 24–25.
2. Бойченко С.В., Швець О.В., Бойченко О.В., Ільїн В.Г. Дослідження кінетики адсорбції парів різних видів нафтового палива // Нафтова і газова промисловість. – 2001. – № 3. – С. 61–64.
3. Бойченко О.В. Моніторинг природних втрат палив при зберіганні та застосування сорбентів для їх зменшення: Дис. канд. техн. наук: 05.17.07. – К.: НАУ, 2001. – 150 с.
4. Бойченко С.В. Раціональне використання вуглеводневих палив: Монографія. – К.: НАУ, 2001. – 216 с.

Стаття надійшла до редакції 12.09.01.